



Asesmen Potensi Longsor di Daerah Gunung Pati Kota Semarang dengan Metode Anbalagan

Muhammad Mukhlisin^{1,2*}, Widayat^{1,3}, Silviana^{1,3}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

²Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang,

³Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*)Corresponding author: mmukhlis2@gmail.com

(Received: October 1, 2025; Accepted: October 31, 2025)

Abstract

Landslide Potential Assessment in the Gunung Pati Area of Semarang City Using the Anbalagan Method. Semarang City is an area prone to landslides, especially areas with hilly morphology. Seeing the occurrence of landslides in several areas of Semarang City, an assessment is needed to anticipate the occurrence of landslide disasters. This study aims to determine the level of landslide vulnerability risk using the Anbalagan Method and compare it with methods based on the Minister of Public Works Regulation No. 22 of 2007 of the Republic of Indonesia and the Malaysian Slope Assessment System (SAS). The location of this study is on the slope of Building E10 of the Faculty of Engineering, Semarang State University with two slopes in the research area, namely slope 1 and 2. The results showed that with the Anbalagan method, both slopes 1 and 2 obtained a score of 7.35 with a high level of vulnerability. Meanwhile, based on the Minister of Public Works Regulation No. 22 of 2007, slope 1 has a value of 2.44 with a high level of vulnerability, slope 2 has a value of 2.16 with a low level of vulnerability. Through the SAS method, slope 1 has a value of 0.95 and slope 2 0.89 which means both have a very high level of vulnerability. Based on the various setup methods used, the setup yields fairly similar results.

Keywords: Anbalagan, Slope Assessment System, landslides, vulnerability risk, PU Regulation No. 22 of 2007

Abstrak

Kota Semarang merupakan daerah yang rawan longsor, terutama daerah yang memiliki morfologi perbukitan. Melihat adanya kejadian longsor di beberapa wilayah Kota Semarang, maka diperlukan adanya asesmen agar dapat diantisipasi terjadinya bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko kerentanan longsor dengan menggunakan Metode Anbalagan dan membandingkan dengan metode berdasarkan Permen PU No. 22 Tahun 2007 RI dan *Slope Assessment System* (SAS) Malaysia. Lokasi penelitian ini berada di lereng Gedung E10 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang dengan dua *slope* pada area penelitian yaitu *slope* 1 dan 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan metode Anbalagan, baik *slope* 1 dan 2 memperoleh skor 7,35 dengan tingkat kerawanan tinggi. Sedangkan berdasarkan pada Permen PU No. 22 Tahun 2007, *slope* 1 bernilai 2,44 tingkat kerawanan tinggi, *slope* 2 bernilai 2,16 tingkat kerawanan rendah. Melalui metode SAS, *slope* 1 memiliki nilai 0,95 dan *slope* 2 0,89 yang berarti keduanya memiliki tingkat kerawanan sangat tinggi. Berdasarkan berbagai metode pengaturan yang digunakan, pengaturan tersebut mendapatkan hasil yang cukup sama.

Kata kunci: *Anbalagan, Slope Assessment System, longsor, risiko kerawanan, Permen PU No. 22 Tahun 2007*

How to Cite This Article: Mukhlisin, M., Widayat, W., & Silviana, S. (2025). Asesmen Potensi Longsor di Daerah Gunung Pati Kota Semarang dengan Metode Anbalagan. *JPII*, 3(5), 358-365. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2026.26857>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang rawan terjadinya bencana alam. Bencana merupakan peristiwa yang mengancam atau mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam ataupun faktor manusia sehingga menimbulkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis (Andwitasari & Handayani, 2022; Apriani et al., 2022; Feranie et al., 2021; Yulianto et al., 2021). Statistik bencana Indonesia per tahun 2023 menunjukkan sebanyak 5.400 kejadian bencana dengan jumlah korban meninggal dan hilang sebanyak 308 jiwa. Selain itu, terdapat sebanyak 8.491.288 jiwa yang mengungsi dan terdampak akibat bencana tersebut. Jumlah kejadian bencana paling banyak terjadi pada tahun 2023 adalah kebakaran hutan dan lahan yaitu sebanyak 2.051 kejadian, cuaca ekstrem 1.261 kejadian, banjir sebanyak 1.255 kejadian, tanah longsor 591 kejadian, hingga gelombang pasang 33 kejadian, gempa bumi terjadi sebanyak 31 kali dan letusan gunung api sebanyak 4 kejadian (BNPB, 2023).

Bencana yang sering terjadi pada musim hujan adalah bencana hidrometeorologi seperti tanah longsor. Bencana tanah longsor yang terjadi pada tahun 2023 mengakibatkan korban jiwa paling banyak di antara bencana lain yang terjadi sepanjang tahun 2023, yaitu sebanyak 149 jiwa meninggal dan hilang (BNPB, 2023). Statistik tersebut juga menunjukkan bahwa sejak tahun 2015-2024, total kejadian tanah longsor telah mencapai 7.098 kejadian. Hal ini menunjukkan bahwa tanah longsor telah menjadi ancaman yang nyata bagi masyarakat.

Upaya mengurangi risiko terjadinya tanah longsor memerlukan suatu asesmen (Lahai et al., 2021; Soldato et al., 2019). Asesmen ini digunakan untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya tanah longsor. Asesmen tanah longsor ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode statistik, inventarisasi tanah longsor, pendekatan heuristik dan pendekatan deterministik (Hung et al., 2014). Tangestani (2004) menjelaskan penilaian longsor menggunakan pendekatan *fuzzy* operasi gamma. Peta faktor dimasukkan ke dalam penilaian faktor GIS dan penilaian bahaya longsor. Fungsi keanggotaan *fuzzy* dinilai untuk setiap kelas peta faktor. Faktor pembobotan kemudian dipertimbangkan untuk setiap peta faktor dan dikalikan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk membenarkan pengaruh setiap lapisan data pada fungsi keanggotaan *fuzzy*. Penelitian lain menyebutkan asesmen risiko bencana longsor

melalui metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif menggunakan rumus risiko bencana *Hyogo Framework for Action*. Penyusunan peta risiko bencana dilakukan melalui pembobotan parameter ancaman, kerentanan dan kapasitas tanah longsor serta skor kriteria risiko dengan *weighted method* (Aminatun, 2017). Pemetaan area potensi longsor diharapkan dapat memberikan upaya untuk meminimalisasi bencana longsor dengan cepat, tepat dan akurat. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan longsor dengan metode Anbalagan dan membandingkan hasil tersebut dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI No. 22 Tahun 2007 dan metode *Slope Assessment System Slope*.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Gedung E10, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Area penelitian terdapat pada *slope 1* dan *2* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Lereng tempat penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Anbalagan. Anbalagan menggunakan parameter atau variabel yang lebih ke faktor geologi. Oleh karena itu, metode Anbalagan memerlukan pengetahuan geologi dalam mengevaluasi lereng. Metode Anbalagan memiliki *Landslide Hazard Zonation (LHZ)* yang mana pemetaan dilakukan pada skala meso (1:5000-10.000) atau perencanaan perkotaan sistematis di daerah pegunungan. Hal ini merupakan salah satu teknik evaluasi risiko (bahaya). Metode ini menerapkan koreksi karena faktor kausal eksternal yang bertanggung jawab atas ketidakstabilan lereng (SI). Terdapat faktor seismik dan hujan, karena litologi (lereng batuan dan jenis batuan), struktur, morfometri lereng, relief relatif, penggunaan lahan dan penutup lahan serta kondisi hidrogeologi. Metode Evaluasi Bahaya Longsor Faktor Anbalagan

(LHEF) memiliki skema evaluasi yang bergantung pada jenis batu, batu kristal (beku dan metamorf), tipe II batuan sedimen tersemen terrigenous baik dan rendah dan batuan metamorf lunak Tipe III merupakan padanan rendah untuk batu seismik.

Nilai total estimasi *haard* (TEHD) dihitung dengan menambahkan peringkat LHEF yang diperoleh untuk masing-masing parameter inheren dan kemudian menerapkan koreksi yang sesuai untuk parameter abadi (curah hujan dan kegempaan). Bergantung pada lokasi area studi, parameter koreksi dapat sangat bervariasi. Nilai TEHD akhir menunjukkan kondisi ketidakstabilan secara keseluruhan dan harus dihitung berdasarkan segi dengan menambahkan semua nilai parameter inheren dan eksternal. Berdasarkan rentang nilai TEHD, semua segi lereng di suatu area dapat dikategorikan ke dalam lima kelas zona bahaya relatif seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Zona bahaya tanah longsor berdasarkan perkiraan total bahaya yang telah dikoreksi

Zona Bahaya	Rentang Nilai TEHD	Keterangan Zona
I	TEHD < 3,5	<i>Very low hazard</i> (VLH) zone – zona bahaya sangat rendah
II	3,5 ≤ TEHD ≤ 5,0	<i>Low hazard</i> (LH) zone – zona bahaya rendah
III	5,0 ≤ TEHD ≤ 6,5	<i>Moderate hazard</i> (MH) zone – zona bahaya sedang
IV	6,5 ≤ TEHD ≤ 8,0	<i>High hazard</i> (HH) zone – zona bahaya tinggi
V	TEHD > 8,0	<i>Very high hazard</i> (VHH) zone – zona bahaya sangat tinggi

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa tipe zona yang terdapat pada lereng area penelitian adalah tipe C. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2007, kriteria dan indikator tingkat kerawanan longsor dilakukan berdasarkan aspek alami dan manusia. Aspek alami memiliki parameter kemiringan lereng, kondisi tanah, batuan penyusun lereng, curah hujan, tata air lereng, kegempaan dan vegetasi yang masing-masing terbagi menjadi sensitivitas tingkat kerawanan tinggi, sedang dan rendah. Seluruh parameter tersebut

dijumlahkan dan dikategorikan berdasarkan nilai pembobotan pada masing-masing *slope* 1 dan 2. Kriteria tingkat kerawanan berdasarkan aspek alami zona tipe C dikategorikan tinggi apabila hasil pembobotan 2,4-3,00; sedang apabila hasil pembobotan 1,7-2,39 dan rendah dengan hasil pembobotan 1,00-1,69.

Menurut hasil pengamatan pada penilaian aspek manusia, tingkat kerawanan area penelitian tergolong sebagai zona C. Adapun kriteria dan indikator tingkat kerawanan zona C ini adalah pola tanam, penggalian dan pemotongan lereng, pencetakan kolam, drainase, pembangunan konstruksi, kepadatan penduduk dan usaha mitigasi. Setiap parameter tersebut memiliki kriteria sensitivitas tingkat kerawanan tinggi, sedang dan rendah. Nilai seluruh parameter aspek manusia tersebut kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan nilai pembobotan. Kriteria tingkat kerawanan tersebut dikategorikan tinggi apabila bernilai 2,40-3,00; sedang apabila hasil tersebut 1,70-2,39 dan rendah bila hasil menunjukkan nilai 1,00-1,69. Hasil perhitungan akhir tingkat kerawanan menurut Permen PU No. 22 Tahun 2007 didapatkan melalui persamaan 1 berikut.

$$Tingkat\ kerawanan = \frac{\sum aspek\ alami + \sum aspek\ manusia}{2} \quad (1)$$

Penilaian tingkat kerawanan dengan metode *Slope Assessment System* (SAS) dari Malaysia dilakukan melalui mencari nilai regresi fungsi yang mewakili nilai ketidakstabilan (PWD, 2004). Nilai tersebut dihitung berdasarkan tinggi lereng, sudut kemiringan lereng, bentuk lereng, rencana profil, pemotongan topografi, struktur, jenis penutup utama, penutup lereng, presentasi paparan batuan, batu-batu inti (*corestone*), profil kondisi batuan, tingkat kejenuhan tanah. Perhitungan dilakukan pada *slope* 1 dan *slope* 2 untuk mendapatkan nilai Y sesuai pada persamaan 2 berikut.

$$Y = 0,027 (\text{tinggi}) + 0,02 (\text{sudut}) + 0,163 (\text{bentuk}) + 0,354 (\text{profil rencana}) + 0,278 (\text{pemotongan topografi}) + 0,202 (\text{struktur}) - 0,172 (\text{tipe penutup utama}) + 0,472 (\text{penutup}) + 0,017 (\text{persentase paparan batu}) - 1,266 (\text{batu - batuan}) + 0,249 (\text{profil kondisi batuan}) + 0,281 (\text{kejenuhan tanah}) - 4,293 \quad (2)$$

Setelah nilai persamaan 2 didapatkan, kemudian melakukan konversi nilai Y ke probabilitas P sesuai pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Konversi nilai Y ke probabilitas P (PWD, 2004)

Nilai Y	Perhitungan Peluang P
Y < -2	P = 0,05
-2 < Y < 0,5	P = 0,0037Y ³ + 0,0891Y ² + 0,3195Y - 0,3531
0,5 < Y < 4	P = 0,0105Y ³ - 0,1275Y ² + 0,5152Y + 0,2952
Y > 4	P = 1

Kategori tingkat kerawanan longsor menurut metode SAS kemudian ditentukan berdasarkan nilai peluang P seperti yang ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Tingkat kerawanan longsor berdasarkan metode SAS (PWD, 2004)

Peluang P	Kategori Ketidakstabilan
0,0 – 0,2	Sangat rendah
0,2 – 0,4	Rendah
0,4 – 0,6	Medium
0,6 – 0,8	Tinggi
0,8 – 1,0	Sangat tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terkait evaluasi *slope* pada area penelitian menunjukkan bahwa bentuk lereng pada *slope* 1 adalah simetris seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. *Slope* 1 tampak atas

Sedangkan *slope* 2 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3, menyatakan bahwa bentuk lereng *slope* 2 tersebut adalah asimetris.



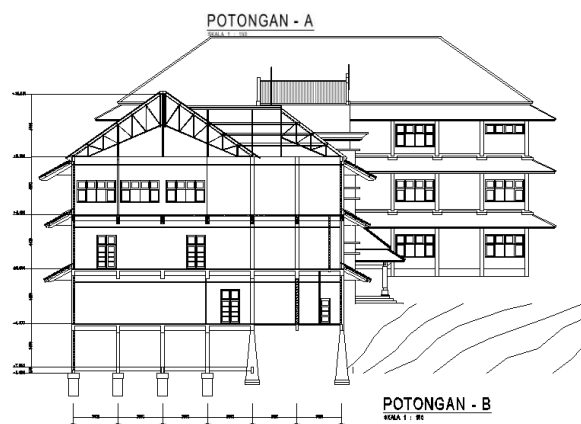
Gambar 3. *Slope* 2 tampak atas

Pemotongan topografi pada lereng ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Pemotongan topografi tampak atas baik *slope* 1 maupun 2

Berdasarkan tampak atas maka dapat disimpulkan bahwa pemotongan topografi terdapat pada atas lereng. Struktur pada lereng Gedung E10 Fakultas Teknik UNNES ditunjukkan pada Gambar 5.

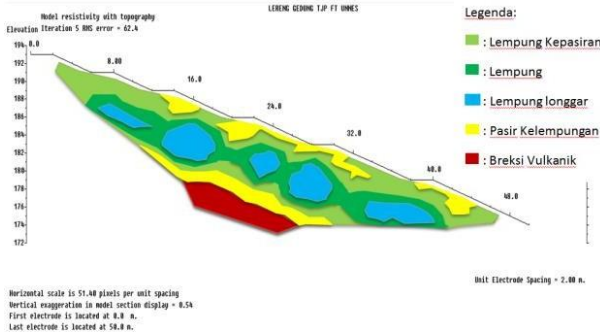


Gambar 5. Potongan A dan B struktur Gedung E10 FT UNNES

Berdasarkan gambar di lapangan, lokasi penelitian baik *slope* 1 maupun *slope* 2 terdapat bangunan yang terbuat dari dinding beton. Jenis penutup lereng pada Gedung E10 FT UNNES menunjukkan bahwa jenis penutup utama yang ada pada *slope* 1 maupun *slope* 2 adalah hutan. Berdasarkan gambar di lapangan, menunjukkan bahwa jenis penutup utama pada *slope* 1

berada pada kisaran rata-rata (80%-100%) sedangkan pada *slope 2* dalam keadaan baik (Kusumawardani et al., 2018).

Presentasi paparan batuan dapat dianalisis dengan menggunakan data Model *Resistivity* Stratifikasi tanah Gedung E10 FT UNNES yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Stratifikasi tanah pada Gedung E10 FT UNNES setelah disederhanakan menurut warna (Iwanudin, 2018)

Berdasarkan Gambar 6, diketahui bahwa terdapat 4 jenis lapisan tanah yaitu lempung longgar dengan nilai resistivitas 0,02 s.d. 0,99 Ω m. Kedua, adalah lapisan lempung dengan nilai resistivitas 1 s/d 10 Ω m, lempung kepasiran dengan nilai resistivitas 11 s/d 50 Ω m, pasir kelempungan dengan nilai resistivitas 51-299 Ω m dan lapisan breksi vulkanik dengan nilai resistivitas >300 Ω m. Maka dapat disimpulkan bahwa persentase paparan batuan berada pada kisaran level 8,9 % baik *slope 1* maupun *slope 2*.

Parameter batu-batuan (*corestone*) pada lokasi penelitian menunjukkan hasil bahwa baik *slope 1* maupun *slope 2* tidak terdapat batuan inti. Sedangkan pada profil kondisi batuan, menurut observasi dan data sondir pada Gambar 7, dapat ditarik kesimpulan bahwa *slope 1* dan *2* memiliki kondisi batuan mayoritas < kelas 3. Tingkat kejenuhan tanah pada lokasi penelitian menunjukkan nilai 90,46% (sangat tinggi).

Berdasarkan tipologi zona potensi longsor di atas, dapat disimpulkan bahwa Gedung E10 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang berada pada ketinggian 196 meter di atas permukaan laut (Sumber: Google Earth 2017) sehingga termasuk dalam kategori dataran rendah atau Zona Tipe C. Penentuan tingkat kerawanan longsor berdasarkan kriteria dan indikator kerentanan tipe C berdasarkan aspek alam berdasarkan lereng. *Slope 1* memiliki kemiringan 38% dan lereng 2 memiliki kemiringan 34%.

Lereng pada *slope 1* tersusun dari batuan dan banyak terlihat struktur retakan, lapisan batuan miring ke arah luar lereng. Tebing sungai tersusun dari batuan yang mudah terkikis oleh aliran sungai dan terdapat retakan/sendi pada batuan. Lereng 2 tersusun dari batuan

dan terdapat struktur retakan yang terlihat tetapi lapisan batuan tidak miring ke arah luar lereng. Tebing sungai tersusun dari batuan yang mudah terkikis oleh aliran sungai, tetapi tidak terdapat retakan/sendi pada batuan. Hasil penilaian risiko longsor dengan metode Anbalagan ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Hasil penilaian risiko longsor dengan metode Anbalagan

Parameter	<i>Slope 1</i>	<i>Slope 2</i>
<i>Rock types</i>	1,2	1,2
<i>Relationship of parallelism between slop and discontinuity</i>	0,4	0,4
<i>Relationship between amount of dip of discontinuity and slope inclination</i>	0,5	0,5
<i>Amount of dip of discontinuity</i>	0,5	0,5
<i>Depth of soil cover</i>	0,65	0,65
<i>Slope morphometry</i>	1,6	1,6
<i>Relative relief</i>	0,4	0,4
<i>Landuse and cover types</i>	1,2	1,2
<i>Hydrogeological conditions</i>	0,2	0,2
<i>External factors: seismic zone</i>	0,2	0,2
<i>External factors: annual rainfall</i>	0,5	0,5
<i>Total estimated hazard</i>	7,35	7,35
<i>Hazard rating</i>	HH	HH

Rekapan hasil penilaian risiko longsor dengan metode SAS ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Hasil penilaian metode SAS (Mukhlisin et al., 2024)

Variabel Lereng	Rentang Kelas	Nilai/Kelas	<i>Slope 1</i>	<i>Slope 2</i>
Tinggi	Setiap nilai dari 0 sampai 200 meter	0 – 200	57	52
Sudut kemiringan	Setiap nilai dari 0 sampai 90	0 – 90	20	18
Bentuk lereng	Sederhana	1		
	Planar	2	3	
	Asimetris	3		
	Senyawa	4		

Rencana profil	Cembung	1			Buruk (<80%)	3		
	Cekung	2	2	2	Persentase paparan batuan	Setiap nilai dari 0 sampai 100%	30	30
Pemotongan topografi	Lurus	3			Batuan inti	Tidak Ya	0 -1	0 0
	Atas	1	1	1	Profil kondisi batuan	Mayoritas kelas III	< 1	
	Tengah	2				Sebagian kelas III & sebagian kelas IV	< 2 >	
	Dasar	3				Sebagian besar kelas IV sampai VI	3	1 1
	Basin/Tanah rata	4				Sebagian kelas IV sampai VI tetapi dengan batu-batuan	4	
Struktur	Tebal tanggul	5				Sebagian besar Colloviun	5	
	Tidak ada	1			Ukuran kejenuhan tanah	Terendah	0	3 3
	Gorong-gorong	2						
	Dinding bertingkat	3						
	Jaring permukaan	4						
	Tumpukan tanah	5	8	8				
	Dinding gabion	6						
	Perbaikan	7						
	Dinding beton	8						
	Masonry dinding	9						
	Lain-lain	10						
Jenis penutup utama	Rumput	1						
	Semak	2						
	Pakis	3	4	4				
	Hutan	4						
	Perkebunan	5						
	Pertanian	6						
	Lain-lain	7						
Penutup lereng	Baik (100%)	1						
	Rata-rata (80-100%)	2	2	1				

Hasil perhitungan berdasarkan data pada Tabel 4 menunjukkan nilai $Y = 2,595$ maka perhitungan peluang P adalah $0,957$ sehingga dapat disimpulkan bahwa *slope* 1 memiliki risiko tingkat kerawanan yang sangat tinggi. Sedangkan hasil perhitungan pada *slope* 2 mendapatkan nilai $Y = 1,948$, maka nilai perhitungan peluang P adalah $0,8926$ sehingga dapat disimpulkan bahwa *slope* 2 memiliki risiko tingkat kerawanan yang sangat tinggi.

Tabel 6. Hasil penilaian risiko bencana longsor dengan metode Anbalagan, Permen PU RI No. 22 Tahun 2007 dan SAS

<i>Slope</i>	Metode Anbalagan		Permen PU RI No. 22 Tahun 2007 (Mukhlisin & Zainal, 2020)		SAS (Mukhlisin et al., 2024)	
	Skor	Keterangan	Skor	Keterangan	Skor	Keterangan
<i>Slope</i> 1	7,35	Tingkat kerawanan tinggi	2,44	Tingkat kerawanan tinggi	0,95	Tingkat kerawanan tinggi
<i>Slope</i> 2	7,35	Tingkat kerawanan tinggi	2,16	Tingkat kerawanan rendah	0,89	Tingkat kerawanan tinggi

Berdasarkan hasil pada Tabel 6, penilaian risiko tingkat kerawanan longsor dengan menggunakan metode Anbalagan menunjukkan bahwa kedua lereng memiliki tingkat kerawanan yang tinggi di mana *slope* 1 dan 2 sama-sama mempunyai nilai 7,35. Sementara pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mukhlisin & Zainal (2020) dengan menggunakan metode Permen PU RI Nomor 22 Tahun 2007 dan metode *Slope Assessment System* (SAS) menunjukkan lereng 1 sama-sama memiliki tingkat kerawanan tinggi, sedangkan pada lereng 2 terdapat perbedaan. Permen PU RI Nomor 22 Tahun 2007 pada lereng 2 menunjukkan tingkat kerawanan sedang, sedangkan metode *Slope Assessment System* (SAS) menunjukkan tingkat kerawanan tinggi. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2007, untuk *slope* 1 dan 2,

perbedaannya terletak pada indikator kondisi tanah, batuan penyusun lereng dan konstruksi. Konstruksi bangunan pada lereng berdampak pada terjadinya longsor atau retakan. Hasil pengamatan di lapangan menyimpulkan bahwa retakan terbanyak terjadi pada *slope* 1, terutama pada struktur bawah bangunan dan dinding penahan tanah. Di sisi lain, *verifier* pada indikator penilaian Permen PU terlalu spesifik sehingga ada yang tidak sesuai dengan kondisi di lapangan. Penilaian menggunakan metode SAS baik untuk *slope* 1 maupun 2, perbedaannya terletak pada tinggi lereng, sudut lereng dan kondisi penutup lereng. Perbedaan tinggi dan sudut lereng memengaruhi risiko terjadinya longsor. Hasil pengamatan dan analisis data menunjukkan bahwa sudut lereng 1 lebih curam dibandingkan lereng 2. Selain hutan, vegetasi pada lereng

1 juga terdapat lahan pertanian. Pemanfaatan lahan pada lereng dilarang untuk lahan pertanian karena dapat menimbulkan longsor. Sementara itu, menurut metode elemen hingga menggunakan program Plaxis 8.6, nilai faktor keamanan (FK) sebesar 0,604 dan termasuk dalam kategori kondisi lereng tidak stabil atau kritis.

Evaluasi dilanjutkan dengan Model Medan Digital dan foto udara lereng memudahkan pengamatan lereng yang terekspos. Lereng dievaluasi berdasarkan karakteristiknya seperti tinggi, sudut lereng dan jenis lereng. Parameter evaluasi ini bergantung pada metode yang telah diterapkan. Sebagian besar parameter dapat dievaluasi dengan pengamatan mata telanjang dan dengan pengetahuan geologi. Di akhir evaluasi, lereng akan diklasifikasikan berdasarkan peringkat stabilitas tergantung pada hasil kedua metode. Istilah peringkat dapat berbeda mengikuti metode yang digunakan.

Batuan yang menyusun lereng merupakan salah satu faktor penentu terjadinya longsor (Haribulan et al., 2019; Igwe, 2015). Pada umumnya batuan sedimen vulkanik merupakan batuan umum berukuran pasir dan campuran kerikil, pasir dan lempung kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah jika mengalami proses pelapukan dan pada umumnya rawan longsor jika berada pada lereng yang curam. Pada lereng 1 terdapat lereng yang tersusun dari batuan dan banyak terlihat retakan. Lereng 2 tersusun dari batuan dan terlihat adanya struktur retakan, namun lapisan batuan tersebut tidak miring ke arah luar lereng.

Curah hujan dengan intensitas tinggi menjadi salah satu penyebab terjadinya tanah longsor (Sánchez-Giraldo et al., 2020; Albab & Nugroho, 2024). Pada musim kemarau, terjadi retakan pada tanah. Saat hujan turun, air hujan akan masuk ke pori-pori tanah yang terbuka. Air hujan yang telah memenuhi pori-pori dalam tanah mengakibatkan tanah bergeser dan akhirnya mengalami tanah longsor. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa data curah hujan di Gedung E10 Fakultas Teknik UNNES, baik lereng 1 maupun lereng 2 menunjukkan curah hujan sedang (kisaran 30-70 mm/jam), berlangsung tidak lebih dari 2 jam dan tidak turun hujan setiap hari (100-2500 mm).

Kondisi sistem tata air seperti drainase yang tersumbat, erosi yang dalam, penimbunan massa air dan tekanan hidrostatik menjadi penyebab terjadinya tanah longsor. Pengelolaan air lereng sangat penting agar air dapat tersalurkan dengan baik (Lee et al., 2018; Soar et al., 2017). *Slope 1* tidak memiliki rembesan air atau mata air pada lereng atau bidang kontak antara batuan kepad air dengan lapisan tanah permeabel. Pada lereng 2 tidak terdapat rembesan air atau mata air pada lereng atau bidang kontak antara batuan kepad air dengan lapisan tanah permeabel.

Penyebab terjadinya longsor selanjutnya adalah gempa bumi. Gempa bumi merupakan getaran yang terjadi pada bumi atau tanah. Getaran yang berasal dari

gempa bumi dapat bersifat kuat, sedang, maupun ringan. Akan tetapi, getaran yang berasal dari dalam tanah dapat menimbulkan tekanan pada partikel mineral dan bidang lemah pada massa batuan dan tanah yang dapat menimbulkan longsor pada lereng tersebut (Li et al., 2021; Tunas et al., 2020). Sementara itu, Kota Semarang memiliki risiko gempa bumi yang rendah (Koesuma et al., 2022).

Peran vegetasi sangat penting dalam menanggulangi longsor. Vegetasi pada lereng berfungsi sebagai penampung air hujan sehingga air tidak langsung mengalir ke tanah. Semakin rapat vegetasi maka semakin efektif dalam mencegah erosi. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dapat disimpulkan bahwa vegetasi pada lereng 1 dan lereng 2 berupa rumput-rumputan, semak belukar dan perdu.

KESIMPULAN

Longsor merupakan salah satu bencana yang masih sering terjadi di Indonesia dengan berbagai kerugian yang ditimbulkan baik korban jiwa maupun kerugian material maupun immaterial. Oleh karena itu, diperlukan adanya penilaian terhadap tanah longsor. Penelitian ini telah membuktikan perhitungan penilaian tanah longsor dengan metode Anbalagan cukup sesuai dilakukan di Indonesia yang mana hasil analisa dengan menggunakan metode Anbalagan menunjukkan bahwa kedua lereng memiliki tingkat kerawanan yang tinggi (lereng 1 dan lereng 2 sama-sama mempunyai nilai 7,35). Hasil penelitian dengan metode Anbalagan ini juga sesuai hasilnya jika dibandingkan dengan metode penilaian tingkat kerawanan tanah longsor berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2007 dan metode *Slope Assessment Systems*. Berdasarkan berbagai metode pengaturan yang digunakan, pengaturan tersebut mendapatkan hasil yang cukup sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Albab, M. A. U., & Nugroho, B. D. A. (2024). Rainfall Thresholds Analysis for Early Warning of Landslides in The Bompon Watershed. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 13(3), 628. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v13i3.628-636>
- Aminatun, S. (2017). Kajian Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor Sebagai Dasar dalam Pembangunan Infrastruktur di Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul. *Jurnal Teknisia*, XXII(2), 372–382.
- Andwitasari, N., & Handayani, B. L. (2022). Mengapa Masyarakat Indonesia Lemah dalam Menghadapi Ancaman Bencana (Why Indonesian people are weak to face the threat of disaster). *Hasanuddin Journal of Sociology (HJS)*, 4(2), 150–162.

- Apriani, D. W., Credidi, C., & Khala, S. (2022). An Empirical-Statistical Model for Landslide Runout Distance Prediction in Indonesia. *Pondasi*, 27(1), 15–26. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v27i1.22618>
- BNPB. (2023). *Data Bencana Indonesia 2023 (Indonesia Disaster Data 2023)*. Retrieved from <https://bnpb.go.id/buku/buku-data-bencana-indonesia-tahun-2023>
- Feranie, S., Khoiriyah, T. M., Jabbar, F. D. E., & Tohari, A. (2021). The Effect of Rainfall Intensity to Landslide Run-Out Prediction and Velocity: A Parametric Study on Landslide Zones in West-Java-Indonesia. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(3), 540–547. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.3.45>
- Haribulan, R., Gosal, P. H., & Karongkong, H. H. (2019). Kajian Kerentanan Fisik Bencana Longsor di Kecamatan Tomohon Utara. *Jurnal Spasial*, 6(3), 714–724.
- Hungr, O., Leroueil, S., & Picarelli, L. (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides*, 11(2), 167–194. <https://doi.org/10.1007/s10346-013-0436-y>
- Igwe, O. (2015). The geotechnical characteristics of landslides on the sedimentary and metamorphic terrains of South-East Nigeria, West Africa. *Geoenvironmental Disasters*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40677-014-0008-z>
- Koesuma, S., Fajrin, V., & Sunardi, B. (2022). Identifikasi Zona Bahaya Gempa Bumi Berdasarkan Percepatan Tanah Maksimum Di Kota Semarang. *Indonesian Journal of Environment and Disaster (IJED)*, 1(2), 65–72. Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/data/VS30/>
- Lahai, Y. A., Anderson, K. F. E., Jalloh, Y., Rogers, I., & Kamara, M. (2021). A comparative geological, tectonic and geomorphological assessment of the Charlotte, Regent and Madina landslides, Western area, Sierra Leone. *Geoenvironmental Disasters*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-021-00187-x>
- Lee, R. W. H., Law, R. H. C., & Lo, D. O. K. (2018). Importance of surface drainage management to slope performance. *HKIE Transactions*, 25(3), 182–191. <https://doi.org/10.1080/1023697X.2018.1499449>
- Li, Y., Cui, P., Ye, C., Junior, J. M., Zhang, Z., Guo, J., & Li, J. (2021). Accurate Prediction of Earthquake-Induced Landslides Based on Deep Learning Considering Landslide Source Area. *Remote Sensing*, 13(17), 3436. <https://doi.org/10.3390/rs13173436>
- Malaysia, P. W. D. (2004). Slope protection study for federal route 22, Tamparuli-Sandakan, Sabah. Draft final report. *Unpublished report. Public Works Department Malaysia*.
- Mukhlisin, M., & Zainal, N. S. (2020). Slope Management Survey by Comparative Study of the Anbalagan and SAS Methods in Precinct 20, Putrajaya, Malaysia. *Journal of the Geological Society of India*, 96(1), 73–78. <https://doi.org/10.1007/s12594-020-1506-0>
- Mukhlisin, M., Kusumawardani, R., Astuti, H. W., Apriantoro, R., & Suharjono, A. (2025). Comparison of Landslide Disaster Risk Assessment Standards: A Study of Indonesia's Ministry of Public Works Regulations and Malaysia's Slope Assessment System. *International Journal of Integrated Engineering*, 17(3), 127–137.
- Sánchez-Giraldo, C., Bedoya, C. L., Morán-Vásquez, R. A., Isaza, C. V., & Daza, J. M. (2020). Ecoacoustics in the rain: understanding acoustic indices under the most common geophonic source in tropical rainforests. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 6(3), 248–261. <https://doi.org/10.1002/rse2.162>
- Soar, P., Wallerstein, N., & Thorne, C. (2017). Quantifying River Channel Stability at the Basin Scale. *Water*, 9(2), 133. <https://doi.org/10.3390/w9020133>
- Soldato, M. Del, Martire, D. Di, Bianchini, S., Tomás, R., Vita, P. De, Ramondini, M., ... Calcaterra, D. (2019). Assessment of landslide-induced damage to structures: the Agnone landslide case study (southern Italy). *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78, 2387–2408.
- Tangestani, M. H. (2004). Landslide susceptibility mapping using the fuzzy gamma approach in a GIS, Kakan catchment area, southwest Iran. *Australian Journal of Earth Sciences*, 51(3), 439–450. <https://doi.org/10.1111/j.1400-0952.2004.01068.x>
- Tunas, I. G., Tanga, A., & Oktavia, S. (2020). Impact of Landslides Induced by the 2018 Palu Earthquake on Flash Flood in Bangga River Basin, Sulawesi, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 21(2), 190–200. <https://doi.org/10.12911/22998993/116325>
- Yulianto, S., Apriyadi, R. K., Apriyanto, A., Winugroho, T., Ponangsera, I. S., & Wilopo, W. (2021). Histori Bencana dan Penanggulangannya di Indonesia Ditinjau Dari Perspektif Keamanan Nasional. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(2), 180–187. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.2.180-187>